

## FUEL CELL AND ITS OPERATION

**Publication number:** JP2001185172

**Publication date:** 2001-07-06

**Inventor:** YOSHIDA TAKAHIRO; MORIYA TAKASHI; KATO HIDEO

**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD

**Classification:**

- international: H01M8/00; H01M8/02; H01M8/04; H01M8/10;  
H01M8/00; H01M8/02; H01M8/04; H01M8/10; (IPC1-7):  
H01M8/02

- European: H01M8/02C; H01M8/02C8M; H01M8/02C10

**Application number:** JP19990374641 19991228

**Priority number(s):** JP19990374641 19991228

**Also published as:**



US6566001 (B2)

US2001005557 (A1)

CA2329644 (A1)

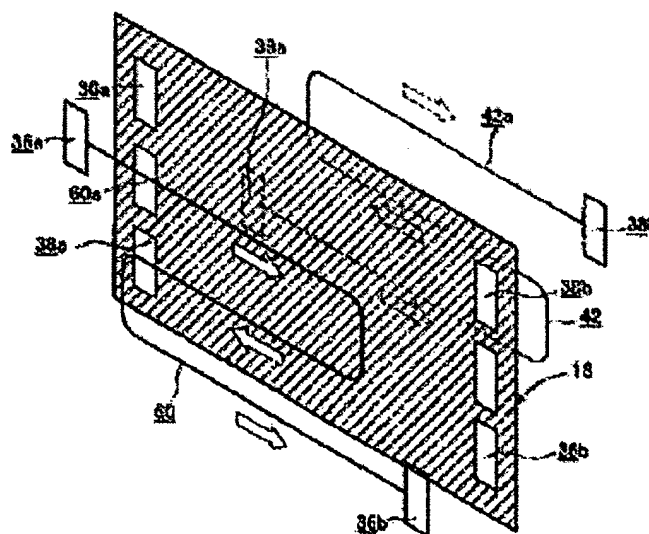
[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001185172

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve efficient and smooth operation by supplying an oxidizer gas and a fuel gas without humidifying.

**SOLUTION:** The thickness of a solid polymeric electrolyte membrane 18 is set to within the range of 20-60  $\mu$ m. A fuel gas flow passage 60 through which a fuel gas is supplied from one face of the electrolyte membrane 18 without humidifying and an oxidizer gas flow passage 42 through which an oxidizer gas is supplied from the other face of the electrolyte membrane 18 without humidifying are provided. A portion 60a near a fuel gas entrance 36a of the fuel gas flow passage 60 is located adjacent a portion 42a near an oxidizer gas exit 38b of the oxidizer gas flow passage 42.

FIG. 6



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-185172  
(P2001-185172A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	R 5 H 0 2 6 E 5 H 0 2 7 P K X
8/04		8/04	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-374641  
(22) 出願日 平成11年12月28日 (1999. 12. 28)

(71) 出願人 00000326  
本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号  
(72) 発明者 吉田 貴博  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内  
(72) 発明者 守谷 隆史  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内  
(74) 代理人 10007/665  
弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

最終頁に続く

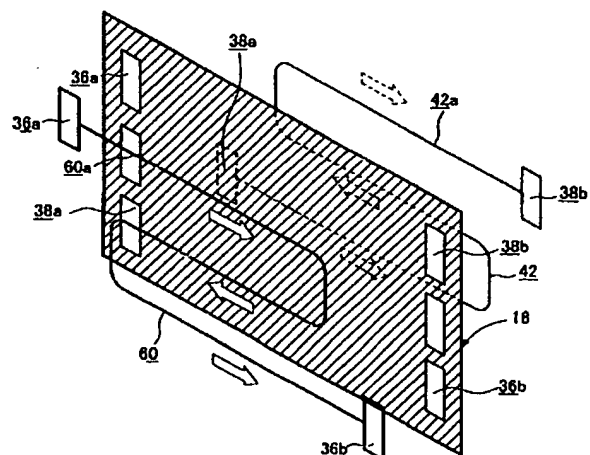
(54) 【発明の名称】 燃料電池およびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 酸化剤ガスおよび燃料ガスを無加湿で供給し、効率的かつ円滑な運転を行うことを可能にする。

【解決手段】 固体高分子電解質膜18の膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されるとともに、この電解質膜18の一方の面側から燃料ガスを無加湿で供給する燃料ガス流路60と、前記電解質膜18の他方の面側から酸化剤ガスを無加湿で供給する酸化剤ガス流路42とを備え、前記燃料ガス流路60の燃料ガス入口36a近傍の部分60aが、前記酸化剤ガス流路42の酸化剤ガス出口38b近傍の部分42aに近接して配置される。

FIG. 6



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される単位燃料電池セルと、前記単位燃料電池セルを挟持するセパレータとを備える燃料電池であって、  
前記固体高分子電解質膜は、膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されており、  
前記固体高分子電解質膜の一方から前記アノード側電極に燃料ガスを無加湿で供給する燃料ガス流路と、  
前記固体高分子電解質膜の他方から前記カソード側電極に酸化剤ガスを無加湿で供給する酸化剤ガス流路と、  
を備えるとともに、  
前記燃料ガス流路の燃料ガス入口近傍の部分が、前記固体高分子電解質膜を挟んで前記酸化剤ガス流路の酸化剤ガス出口近傍の部分に近接して配置されることを特徴とする燃料電池。

【請求項2】請求項1記載の燃料電池において、前記燃料ガス流路および前記酸化剤ガス流路は、前記アノード側電極および前記カソード側電極の面方向に沿って蛇行形状に設定されることを特徴とする燃料電池。

【請求項3】請求項1または2記載の燃料電池において、運転開始前に前記燃料ガスまたは前記酸化剤ガスの少なくとも一方を所定の時間だけ加湿するガス加湿手段を備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項4】固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される単位燃料電池セルと、前記単位燃料電池セルを挟持するセパレータとを備えるとともに、  
前記アノード側電極に燃料ガスを供給する燃料ガス流路の燃料ガス入口近傍の部分が、前記カソード側電極に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス流路の酸化剤ガス出口近傍の部分に近接して配置された燃料電池の運転方法であって、  
まず前記燃料ガスまたは前記酸化剤ガスの少なくとも一方を加湿して所定の時間だけ供給する工程と、  
前記所定の時間が経過した後、前記アノード側電極に前記燃料ガスを無加湿で供給するとともに、前記カソード側電極に前記酸化剤ガスを無加湿で供給する工程と、  
を有することを特徴とする燃料電池の運転方法。

【請求項5】請求項4記載の運転方法において、前記所定の時間は、前記燃料電池から排出される前記燃料ガスまたは前記酸化剤ガスに含まれる水分量が所定量以上になるまでの時間に設定されることを特徴とする燃料電池の運転方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電解質をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される単位燃料電池セルと、前記単位燃料電池セルを挟持するセパレータとを備えた燃料電池およびその運転方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、固体高分子型燃料電池は、高分子イオン交換膜（陽イオン交換膜）からなる電解質膜の両側にそれぞれアノード側電極およびカソード側電極を対設して構成される単位燃料電池セルを、セパレータによって挟持することにより構成されており、通常、この単位燃料電池セルを所定数だけ積層して燃料電池スタックとして使用している。

【0003】この種の燃料電池スタックにおいて、アノード側電極に供給された燃料ガス、例えば、主に水素を含有するガス（以下、水素含有ガスともいう）は、触媒電極上で水素がイオン化され、適度に加湿された電解質を介してカソード側電極側へと移動する。その間に生じた電子が外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。カソード側電極には、酸化剤ガス、例えば、主に酸素を含有するガスあるいは空気（以下、酸素含有ガスともいう）が供給されているために、このカソード側電極において、水素イオン、電子および酸素が反応して水が生成される。

【0004】上記の燃料電池では、電解質膜が乾燥して発電性能が低下することを阻止するために、各種の加湿構造が採用されている。例えば、水素含有ガスまたは酸素含有ガスを燃料電池の作動温度でほぼ露点となるように加湿して前記燃料電池に供給する方法が知られている。ところが、上記の方法では、例えば、 $80^{\circ}\text{C}$ 前後の温水中に水素含有ガスまたは酸素含有ガスをバブリングするため、ヒータ等を含む専用設備が必要になる。これにより、設備全体が大型化するとともに、設備費が高騰するという不具合がある。

【0005】そこで、専用の加湿装置を用いることなく電解質膜を加湿するために、例えば、米国特許第5773160号公報に開示された燃料電池が知られている。この燃料電池では、カソード側電極では反応により水が生成されており、このカソード側電極側に酸素含有ガスを供給する酸化剤ガス流路には、前記酸素含有ガスの流れ方向に沿って生成水が増加するため、酸化剤ガス出口近傍に最大含水領域が存在しているが、一方、アノード側電極に水素含有ガスを供給する燃料ガス流路側の電解質膜は、燃料ガス入口から燃料ガス出口に向かって含水量が低下し易く、この電解質膜が乾燥してしまうという不具合がある。

【0006】このため、酸化剤ガス出口付近の酸化剤ガス流路を、燃料ガス入口付近の燃料ガス流路に近接して配置することにより、前記酸化剤ガス流路に蓄積される水分を、水分濃度勾配によって前記燃料ガス流路側に逆拡散させ、該燃料ガス流路側の電解質膜を加湿するように構成している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術では、電解質膜の膜厚が $100\mu\text{m}$ 前後に設定

されている場合が多く、このように大きな膜厚では、酸化剤ガス流路側から燃料ガス流路側に水分が良好に逆拡散することができない。これにより、アノード側電極側の電解質膜の保湿が十分に達成されず、安定した発電性能を維持することができないという問題が指摘されている。

【0008】さらに、燃料電池の運転開始時には、酸化剤ガス流路内に水が生成されていないため、電解質膜が乾燥状態になり、発電性能が安定しないという問題がある。

【0009】本発明はこの種の問題を解決するものであり、酸化剤ガス流路内に生成される水を燃料ガス流路側に確実に供給することができ、簡単な構成で無加湿運転を行うことが可能な燃料電池を提供することを目的とする。

【0010】さらに、本発明は、無加湿運転を行うとともに、起動時間を有効に短縮することが可能な燃料電池の運転方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る燃料電池では、固体高分子電解質膜の膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されるとともに、燃料ガス流路の燃料ガス入口近傍の部分が前記固体高分子電解質膜を挟んで酸化剤ガス流路の酸化剤ガス出口近傍の部分に近接して配置される。このため、酸化剤ガス流路内の酸化剤ガス出口近傍に多量に存在する生成水が固体高分子電解質膜を介して燃料ガス流路側に逆拡散し、固体高分子電解質膜には、燃料ガス入口近傍から燃料ガス出口に向かって十分な水分が供給される。これにより、簡単な構成で、固体高分子電解質膜を有効に加湿保持することができる。

【0012】特に、固体高分子電解質膜の膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されている。従って、燃料電池の負荷が急激に増加してしまい、固体高分子電解質膜中の水分濃度が低下した際にも、拡散距離が短かつ濃度勾配が大きく設定されるため、水分の逆拡散によって燃料ガス流路側に水分を確実に供給することが可能になり、安定した発電性能を維持することができる。

【0013】また、本発明の請求項2に係る燃料電池では、燃料ガス流路および酸化剤ガス流路が、アノード側電極およびカソード側電極の面方向に沿って蛇行形状に設定されている。このため、流路長が長尺化して酸化剤ガス流路から燃料ガス流路に向かって逆拡散する生成水の接触面積が大きくなり、前記燃料ガス流路側に前記生成水が供給され易くなる。

【0014】さらにまた、本発明の請求項3に係る燃料電池では、運転開始前に、燃料ガスまたは酸化剤ガスの少なくとも一方を所定の時間だけ加湿するガス加湿手段を備えている。これにより、短時間で初期加湿が遂行され、燃料電池の起動時間を短縮することが可能になる。

しかも、ガス加湿手段は、最低限の加湿を行うだけでよく、前記ガス加湿手段の小型化および簡素化が容易に図られる。

【0015】また、本発明の請求項4に係る燃料電池の運転方法では、まず、燃料ガスまたは酸化剤ガスの少なくとも一方を加湿して所定の時間だけ供給した後、アノード側電極およびカソード側電極にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを無加湿で供給して燃料電池の運転が行われる。その際、燃料ガス流路の燃料ガス入口近傍の部分が、酸化剤ガス流路の酸化剤ガス出口近傍の部分に近接して配置されている。

【0016】従って、無加湿運転が容易かつ迅速に遂行されるとともに、最も多くの生成水が含まれる酸化剤ガス出口近傍の部分から燃料ガス入口近傍の部分に前記生成水を有効に供給することができる。このため、燃料ガス入口から燃料ガス出口に向かって供給される燃料ガスを介して、固体高分子電解質膜を十分に加湿することが可能になり、安定した発電性能を確実に維持することができる。

【0017】さらにまた、本発明の請求項5に係る燃料電池の運転方法では、燃料電池から排出される燃料ガスまたは酸化剤ガスに含まれる水分量が所定量以上になった際に、燃料ガスおよび酸化剤ガスの無加湿供給が行われて燃料電池の運転が開始される。このため、初期加湿を短時間で確実に終了することができ、燃料電池の駆動時間の短縮化が容易に遂行可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料電池スタック10の要部分解斜視図であり、図2は、前記燃料電池スタック10の要部縦断面説明図である。

【0019】燃料電池スタック10は、単位燃料電池セル12と、この単位燃料電池セル12を挟持する第1および第2セパレータ14、16とを備え、これらが複数組だけ積層されている。単位燃料電池セル12は、固体高分子電解質膜18と、この電解質膜18を挟んで配設されるカソード側電極20およびアノード側電極22とを有するとともに、前記カソード側電極20および前記アノード側電極22には、例えば、多孔質層である多孔質カーボンペーパー等からなる第1および第2ガス拡散層24、26が配設される。電解質膜18は、膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されている。

【0020】単位燃料電池セル12の両側には、第1および第2ガasket 28、30が設けられ、前記第1ガasket 28は、カソード側電極20および第1ガス拡散層24を収納するための大きな開口部32を有する一方、前記第2ガasket 30は、アノード側電極22および第2ガス拡散層26を収納するための大きな開口部34を有する。単位燃料電池セル12と第1および第2ガasket 28、30とが、第1および第2セパレータ

14、16によって挟持されるとともに、この第2セパレータ16には第3ガasket35が配設される。

【0021】第1セパレータ14は、その横方向両端上部側に水素含有ガス等の燃料ガスを通過させるための燃料ガス入口36aと、酸素含有ガスである酸化剤ガスを通過させるための酸化剤ガス出口38bとを設ける。第1セパレータ14の横方向両端中央側には、純水やエチレングリコールやオイル等の冷却媒体を通過させるための冷却媒体入口40aと、使用後の前記冷却媒体を通過させるための冷却媒体出口40bとが設けられる。第1セパレータ14の横方向両端下部側には、燃料ガスを通過させるための燃料ガス出口36bと、酸化剤ガスを通過させるための酸化剤ガス入口38aとが、燃料ガス入口36aおよび酸化剤ガス出口38bと対角位置になるように設けられている。

【0022】第1セパレータ14のカソード側電極20に対向する面14aには、酸化剤ガス入口38aに近接して複数本、例えば、6本のそれぞれ独立した酸化剤ガス流路42が、水平方向に蛇行しながら鉛直上方向に向かって設けられる。

【0023】図1～図3に示すように、第1セパレータ14には、この第1セパレータ14を貫通するとともに、一端が面14aとは反対側の面14bで酸化剤ガス入口38aに連通する一方、他端が前記面14a側で酸化剤ガス流路42に連通する第1酸化剤ガス連結流路46と、一端が前記面14b側で酸化剤ガス出口38bに連通する一方、他端が前記面14a側で前記酸化剤ガス流路42に連通する酸化剤ガス連結流路48とが、前記第1セパレータ14を貫通して設けられる。

【0024】図1に示すように、第2セパレータ16の横方向両端側には、第1セパレータ14と同様に、燃料ガス入口36a、酸化剤ガス出口38b、冷却媒体入口40a、冷却媒体出口40b、燃料ガス出口36bおよび酸化剤ガス入口38aが形成されている。

【0025】図4に示すように、第2セパレータ16の面16aには、燃料ガス入口36aに近接して複数本、例えば、6本の燃料ガス流路60が形成される。この燃料ガス流路60は、水平方向に蛇行しながら重力方向（鉛直下方向）に向かって延在し、燃料ガス出口36b近傍の部分で終端する。

【0026】第2セパレータ16には、燃料ガス入口36aを面16b側から燃料ガス流路60に連通する第1燃料ガス連結流路64と、燃料ガス出口36bを前記面16b側から燃料ガス流路60に連通する第2燃料ガス連結流路66とが、前記第2セパレータ16を貫通して設けられる。

【0027】図2および図5に示すように、第2セパレータ16の面16bには、第3ガasket35の開口部68に対応する段差部70が形成され、段差部70内には、冷却媒体入口40aおよび冷却媒体出口40bに近

接して冷却媒体流路を構成する複数本の主流路溝72a、72bが形成される。主流路溝72a、72b間には、それぞれ複数本に分岐する分岐流路溝74が水平方向に延在して設けられている。

【0028】第2セパレータ16には、冷却媒体入口40aと主流路溝72aとを連通する第1冷却媒体連結流路76と、冷却媒体出口40bと主流路溝72bとを連通する第2冷却媒体連結流路78とが、前記第2セパレータ16を貫通して設けられる。

【0029】図1に示すように、第1、第2および第3ガasket28、30および35の横方向両端部には、燃料ガス入口36a、酸化剤ガス出口38b、冷却媒体入口40a、冷却媒体出口40b、燃料ガス出口36bおよび酸化剤ガス入口38aが設けられる。

【0030】図6に示すように、燃料ガス流路60は、水平方向に蛇行しながら重力方向（鉛直下方向）に向かって延在する一方、酸化剤ガス流路42は、水平方向に蛇行しながら鉛直上方向に向かって延在する。燃料ガス流路60の燃料ガス入口36a近傍の部分60aは、酸化剤ガス流路42の酸化剤ガス出口38b近傍の部分42aに近接して配置されている。

【0031】図7に示すように、燃料ガス入口36aは、管体80を介して図示しない燃料ガス供給部に接続されるとともに、この管体80には、燃料ガスを所定の時間だけ加湿するためのガス加湿手段、例えば、インジェクタ82が配設されている。燃料ガス出口36b（または酸化剤ガス出口38b）には、排出管路84が接続されるとともに、この排出管路84には、燃料電池スタック10から排出される燃料ガス（または酸化剤ガス）に含まれる水分量を検出する検出器86が接続されている。検出器86により検出された水分量はコントローラ88に送られ、このコントローラ88がインジェクタ82を駆動制御する。このコントローラ88は、燃料電池スタック10全体の運転制御を行う機能を有している。

【0032】このように構成される第1の実施形態に係る燃料電池スタック10の動作について、本発明に係る運転方法との関連で以下に説明する。

【0033】燃料電池スタック10内には、燃料ガス、例えば、炭化水素を改質した水素を含むガス、または水素ボンベや水素吸蔵合金から純水等が供給されるとともに、酸化剤ガスとして酸素含有ガス（以下、空気ともいう）が供給され、さらに単位燃料電池セル12の発電面を冷却するための冷却媒体が供給される。

【0034】この場合、燃料電池スタック10が最初に運転を開始する前に、燃料ガスまたは酸化剤ガスを所定の時間だけ加湿する。燃料ガスを加湿する際に、例えば、燃料電池スタック10のセル温度が75℃で、電極面積が510cm<sup>2</sup>に設定されると、燃料ガスには、露点が70℃で30分間、水蒸気量としては、0.3NL/M (Normal Liter Per Minut

e) 程度の加湿が行われる。なお、Normalとは、25℃でかつ1気圧である。燃料ガスの加湿は、具体的には、図7に示すように、管体80に配置されたインジェクタ82により行われる他、バブリング方式や超音波加湿器等を用いてもよい。

【0035】一方、酸化剤ガスを加湿する際に、この酸化剤ガスは、露点が70℃で10分間、水蒸気量としては1.0NL/M程度加湿される。酸化剤ガスとして空気をを用いると、燃料ガスに比べて供給流量が多くなり、この酸化剤ガスを加湿した方が短時間で初期加湿を終了することができる。

【0036】初期加湿量としては、電解質膜18が適度に含水し得る程度であればよく、例えば、単位電極面積当たり0.01NL/cm<sup>2</sup>~0.1NL/cm<sup>2</sup>程度の水蒸気を流す必要がある。0.01NL/cm<sup>2</sup>以下の水蒸気量では、電解質膜18が十分に含水することができずに抵抗過電圧が上昇する一方、0.1NL/cm<sup>2</sup>以上の水蒸気量では、カソード側電極20やアノード側電極22の表面が水分で覆われる、所謂、フラッディング現象や、水滴により反応ガス供給経路が閉塞される現象が発生し、発電特性が悪化してしまう。

【0037】電解質膜18が適度に含水したか否かの判定は、図7に示すように、排出管路84に配置された検出器86により排出ガス中の水分量を検出することによって行われる。コントローラ88は、検出器86からの信号に基づいて具体的に初期加湿が完了したか否かを判定し、初期加湿が終了した場合には、インジェクタ82からの水の供給が停止される。すなわち、最初に供給された水分は、電解質膜18に吸収されてしまうため、所定の量以上の水分が排出管路84から排出された際に、初期加湿が完了したと判定している。

【0038】なお、燃料ガス中、または酸化剤ガス中の水分量が多い方が望ましいが、セル温度よりも露点を少し低く設定し、管体80や燃料電池スタック10内の連通路で結露が発生することを阻止することが好ましい。結露した水滴は、発電面内に運ばれて発電特性を悪化させてしまうため、結露を確実に防止する必要があるからである。

【0039】上記のように、初期加湿が終了した後、燃料電池スタック10の燃料ガス入口36aおよび酸化剤ガス入口38aには、それぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが無加湿で供給される。その際、燃料ガス入口36aに供給される燃料ガスの圧力よりも、酸化剤ガス入口38aに供給される酸化剤ガスの圧力の方が20KPa~50KPa程度高く設定されている。

【0040】燃料ガス入口36aに供給された燃料ガスは、第1燃料ガス連結流路64を介して面16b側から面16a側に移動し、この面16a側に形成されている燃料ガス流路60に供給される。燃料ガス流路60に供給された燃料ガスは、第2セパレータ16の面16aに

沿って水平方向に蛇行しながら重力方向（鉛直下方向）に移動する。その際、燃料ガス中の水素含有ガスは、第2ガス拡散層26を通して単位燃料電池セル12のアノード側電極22に供給される。そして、未使用の燃料ガスは、燃料ガス流路60に沿って移動しながらアノード側電極22に供給される一方、未使用の燃料ガスが第2燃料ガス連結流路66に導入され、面16b側に移動した後に燃料ガス出口36bに排出される。

【0041】また、酸化剤ガス入口38aに供給された空気は、図1に示すように、第1セパレータ14の酸化剤ガス入口38aに連通する第1酸化剤ガス連結流路46を介して酸化剤ガス流路42に導入される。酸化剤ガス流路42に供給された空気は、水平方向に蛇行しながら反重力方向（鉛直上方向）に移動する間、この空気中の酸素含有ガスが第1ガス拡散層24からカソード側電極20に供給される。一方、未使用の空気は、第2酸化剤ガス連結流路48から酸化剤ガス出口38bに排出される。これにより、単位燃料電池セル12で発電が行われ、例えば、図示しないモータに電力が供給されることになる。

【0042】さらにまた、燃料電池スタック10内に供給された冷却媒体は、冷却媒体入口40aに導入された後、図5に示すように、第2セパレータ16の第1冷却媒体連結流路76を介して面16b側の主流路溝72aに供給される。冷却媒体は、主流路溝72aから分岐する複数本の分岐流路溝74を通して単位燃料電池セル12の発電面を冷却した後、主流路溝72bに合流する。そして、使用後の冷却媒体は、第2冷却媒体連結流路78を通して冷却媒体出口40bから排出される。

【0043】この場合、第1の実施形態では、図6に模式的に示すように、燃料ガスが電解質膜18の一方の面側に沿って水平方向に蛇行しながら鉛直下方向に移動する一方、酸化剤ガスが前記電解質膜18の他方の面側に沿って水平方向に蛇行しながら鉛直上方向に移動する。この酸化剤ガスが移動する酸化剤ガス流路42で水が生成され、この酸化剤ガス流路42の酸化剤ガス出口38b近傍の部分42aで最大含水領域が発生している。一方、燃料ガス流路60の燃料ガス入口36a近傍の部分60aは、酸化剤ガス流路42の最大含水領域に近接して配置されている。

【0044】このため、酸化剤ガス流路42の酸化剤ガス出口38b近傍の部分42aと、燃料ガス流路60の燃料ガス入口36a近傍の部分60aとで発生する水分濃度勾配により、電解質膜18に逆拡散が惹起されて前記酸化剤ガス流路42から前記燃料ガス流路60に水分が供給されて前記電解質膜18のアノード側電極22側の加湿が行われる。これにより、燃料ガス流路60の燃料ガス入口36a近傍に生成水が十分に拡散し、この燃料ガス流路60に沿って流動する燃料ガスを介して電解質膜18のアノード側電極22側を円滑かつ確実に加湿

することができ、燃料電池スタック10の無加湿運転が効率的に遂行されるという効果が得られる。

【0045】しかも、電解質膜18の膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されており、酸化剤ガス流路42から燃料ガス流路60側への生成水の逆拡散が円滑に遂行され、この電解質膜18を確実に加湿することが可能になる。特に、燃料電池スタック10の負荷が急激に増加してしまい、電解質膜18中の水分濃度が低下した際にも、燃料ガス流路60側に水分を確実に供給して前記燃料電池スタック10の発電性能を維持することができるという利点を得られる。ここで、電解質膜18の厚さが $20\mu\text{m}$ 未満であると、ガスリークが顕著なものとなる一方、その厚さが $60\mu\text{m}$ を超えると、水分の逆拡散が円滑に遂行されないおそれがある。

【0046】さらに、カソード側電極20およびアノード側電極22には、多孔質カーボンペーパー等からなる第1および第2ガス拡散層24、26が配設されており、この第1および第2ガス拡散層24、26の親水性が良好に維持される。従って、特に、アノード側電極22に逆拡散される水分を有効に保水することが可能になるという効果がある。

【0047】さらにまた、酸化剤ガス流路42および燃料ガス流路60が、水平方向に蛇行しながら上下方向に向かって設けられる蛇行形状（サーペントライン）に設定されている。これにより、ガス流路長を有効に長尺化することができ、生成水を酸化剤ガス流路42から燃料ガス流路60に流すための接触面積が大きくなって、前記燃料ガス流路60側に生成水を有効に流すことが可能になる。

【0048】その際、酸化剤ガス流路42は、鉛直下方向から上方向に向かって酸化剤ガスを流すため、酸化剤ガス出口38b側の生成水が自重によって上から下に向かって流れ易くなっている。従って、生成水が比較的に少ない酸化剤ガス入口38a側に生成水が流れ込み、電解質膜18の発電面全面にわたって酸化剤ガス流路42から燃料ガス流路60に生成水を有効に供給することができ、発電性能を高く維持することが可能になる。

【0049】さらに、第1の実施形態では、燃料電池スタック10の初期運転開始前に、図7に示すように、インジェクタ82等を用いて燃料ガス（または酸化剤ガス）に水分を供給し、加湿された燃料ガス（または酸化剤ガス）を燃料電池スタック10に所定時間だけ供給している。従って、電解質膜18を所望の加湿状態に迅速に確保することができ、燃料電池スタック10の運転が短時間で有効に開始されるという効果がある。

【0050】しかも、ガス加湿は運転開始前に行えばよく、加湿手段であるインジェクタ82等の構造が小型化かつ簡素化し、経済的なものとなる。また、初期加湿が完了したか否かを検出器86により検出することによって、燃料電池スタック10の起動時間を短縮するこ

とができ、前記燃料電池スタック10を効率的に運転開始させることが可能になる。

【0051】ところで、酸化剤ガス流路42と燃料ガス流路60とが、互いに異なる方向に向かって酸化剤ガスおよび燃料ガスを流す（以下、対向流という）第1の実施形態と、前記酸化剤ガスおよび前記燃料ガスを同一方向に向かって流す（以下、平行流という）従来構造とを用いて、無加湿運転を行った。運転条件としては、セル温度が $70^{\circ}\text{C}$ 、酸化剤ガスの圧力が $100\text{KPa}$ 、燃料ガスの圧力が $50\text{KPa}$ 、燃料ガスの利用率が70%、酸化剤ガスの利用率が50%、並びに酸化剤ガスおよび燃料ガスの露点がドライに設定された。また、比較のために、第1の実施形態と同一の構造で燃料ガスまたは酸化剤ガスを、常時、加湿して運転を行う（対向流連続運転）実験を行った。

【0052】この結果、図8に示すように、従来の平行流では、電流密度が $0.1\text{A}/\text{cm}^2$ と低い場合、および $0.4\text{A}/\text{cm}^2$ と大きな場合に、セル電圧が大幅に低下して発電性能が著しく悪化するという結果が得られた。一方、第1の実施形態の対向流無加湿運転では、印加負荷の全域にわたって対向流連続運転との性能に差異は殆どなく、所望の発電性能を得ることができるという結果が得られた。

【0053】また、図9には、電流密度と抵抗過電圧との関係が示されており、従来の平行流では抵抗過電圧が大きなものとなり、燃料電池スタック10の作動電圧（セル電圧）が大きく低下した。これに対し、第1の実施形態に係る対向流無加湿運転では、対向流連続運転と同様の抵抗化電圧が得られ、セル電圧の低下を惹起することがないという結果が得られた。

【0054】特に、生成水を大量に発生させるために、電流密度が高い方が望ましく、例えば $0.3\text{A}/\text{cm}^2$ 程度の電流密度が好ましい。その際、従来の平行流では抵抗過電圧が相当に大きくなってしまいうのに比べ、第1の実施形態では、対向流連続運転と同様の抵抗過電圧となり、所望の発電性能を維持することができるという効果がある。

【0055】次いで、無加湿運転におけるセル温度、ガス圧力およびガス利用率の依存性について実験を行った。この結果、セル温度が高くなると電解質膜18が乾燥し易くなり、実験的には、 $70^{\circ}\text{C}$ 程度が有効となった。また、ガス圧力は、酸化剤ガスの圧力を燃料ガスの圧力よりも高く設定することにより、水分の逆拡散が有効に行われて電解質膜18を確実に加湿することができた。さらにまた、酸化剤ガスでは、利用率が50%以下の場合に良好な無加湿運転が達成される一方、燃料ガスの利用率が50%～70%で良好な無加湿運転が遂行された。

【0056】図10は、本発明の第2の実施形態に係る燃料電池スタックを構成する第1および第2セパレータ

100、102の概略構成説明図である。なお、第1の実施形態と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0057】この第2の実施形態では、第1および第2セパレータ100、102の一端上部側に酸化剤ガス入口38aが設けられる一方、他端下部側に酸化剤ガス出口38bが設けられる。第1セパレータ100には、酸化剤ガス入口38aおよび酸化剤ガス出口38bに連通して複数本の第1酸化剤ガス流路104が形成されるとともに、前記第1酸化剤ガス流路104は、それぞれ4本の第2酸化剤ガス流路106に分岐する。第2酸化剤ガス流路106は、発電面を均等に覆うようにして延在した後、下部側の第1酸化剤ガス流路104から酸化剤ガス出口38bに連通する。

【0058】第2セパレータ100には、燃料ガス入口36aおよび燃料ガス出口36bに連通する複数本の第1燃料ガス流路108が設けられるとともに、前記第1燃料ガス流路108は、それぞれ4本の第2燃料ガス流路110に分岐しており、前記燃料ガス流路110が発電面全面にわたって均等に延在している。

【0059】このように構成される第2の実施形態では、燃料ガス入口36a近傍の第2燃料ガス流路110が、酸化剤ガス出口38b近傍の第2酸化剤ガス流路106に近接して配置されている。このため、大量の水が生成される酸化剤ガス出口38b近傍の第2酸化剤ガス流路106から、燃料ガス入口36a近傍の第2燃料ガス流路110に水分が確実に逆拡散され、電解質膜18の加湿が確実に遂行される等、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0060】図11は、本発明の第3の実施形態に係る燃料電池スタックを構成する第1および第2セパレータ120、122の概略構成説明図である。

【0061】第1セパレータ120には、酸化剤ガス入口38aに連通する酸化剤ガス流路124が設けられ、この酸化剤ガス流路124は、前記第1セパレータ120の面を渦巻状に周回しながらその中央部で折り返し、酸化剤ガス出口38bに連通する。第2セパレータ122には、燃料ガス入口36aに連通しこの第2セパレータ122の面に沿って渦巻状に周回してその中央部で折り返した後、燃料ガス出口36bに連通する燃料ガス流路126が設けられる。

【0062】このように構成される第3の実施形態では、燃料ガス流路126の燃料ガス入口36a近傍の部分が、酸化剤ガス流路124の酸化剤ガス出口38b近傍の部分に近接して配置されている。従って、酸化剤ガス流路124で生成される水は、酸化剤ガス入口38aに近接する部分から酸化剤ガス流路124に透過され、電解質膜18の全面を好適に加湿して無加湿運転が良好に遂行される等、第1および第2の実施形態と同様の効果が得られる。

【0063】なお、第1乃至第3の実施形態では、ガス流路としてサーペンタインや渦巻状等の形状を用いているが、これに限定されるものではない。例えば、ガス流路の流路本数が、ガス入口側からガス出口側に向かって8本、4本および2本、または6本および3本等と、順次、半減するトーナメントタイプのガス流路等を用いることができる。

【0064】

【発明の効果】本発明に係る燃料電池では、固体高分子電解質膜の膜厚が $20\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の範囲内に設定されるとともに、燃料ガス流路の燃料ガス入口近傍の部分が、前記固体高分子電解質膜を挟んで酸化剤ガス流路の酸化剤ガス出口近傍の部分に近接して配置されており、前記酸化剤ガス流路から前記燃料ガス流路に水分を容易かつ円滑に供給することができ、燃料電池の無加湿運転が遂行される。

【0065】また、本発明に係る燃料電池の運転方法では、まず、燃料ガスまたは酸化剤ガスの少なくとも一方を加湿して所定の時間だけ供給した後、アノード側電極およびカソード側電極にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを無加湿で供給することにより、短時間で初期加湿を行うとともに、無加湿運転が良好かつ迅速に開始される。しかも、無加湿運転を行うため、ガス加湿手段自体の小型化および簡素化が図られ、経済的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る燃料電池スタックの要部分解斜視図である。

【図2】前記燃料電池スタックの要部縦断面説明図である。

【図3】前記燃料電池スタックを構成する第1セパレータの正面説明図である。

【図4】前記燃料電池を構成する第2セパレータの一方の面の正面説明図である。

【図5】前記第2セパレータの他方の面の正面説明図である。

【図6】前記第1および第2セパレータに形成される酸化剤ガス流路および燃料ガス流路の斜視説明図である。

【図7】前記燃料電池スタックと加湿手段の概略構成説明図である。

【図8】加湿および無加湿運転における電流密度とセル過電圧との関係を示す説明図である。

【図9】加湿および無加湿運転における電流密度と抵抗過電圧との関係を示す説明図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る燃料電池スタックを構成する第1および第2セパレータの概略構成説明図である。

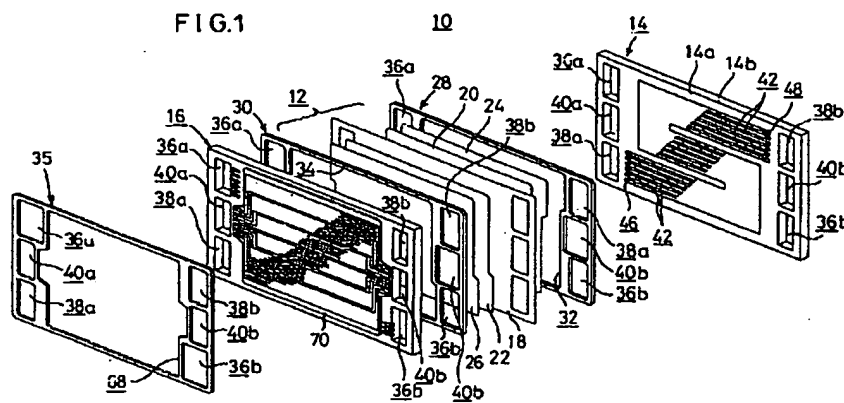
【図11】本発明の第3の実施形態に係る燃料電池スタックを構成する第1および第2セパレータの概略構成説明図である。

【符号の説明】

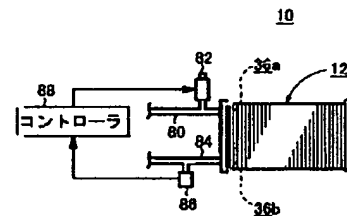


- |                             |             |                        |            |
|-----------------------------|-------------|------------------------|------------|
| 10…燃料電池スタック                 | 12…単位燃料電池   | 36a…燃料ガス入口             | 36b…燃料ガス出口 |
| 14、16、100、102、120、122…セパレータ | 38a…酸化剤ガス入口 | 38b…酸化剤ガス出口            |            |
| 18…電解質膜電極                   | 20…カソード側    | 42、104、106、124…酸化剤ガス流路 |            |
| 22…アノード側電極                  | 24、26…ガス拡散層 | 42a、60a…部分             |            |
|                             |             | 60、108、110、126…燃料ガス流路  |            |
|                             |             | 82…インジェクタ              | 86…検出器     |

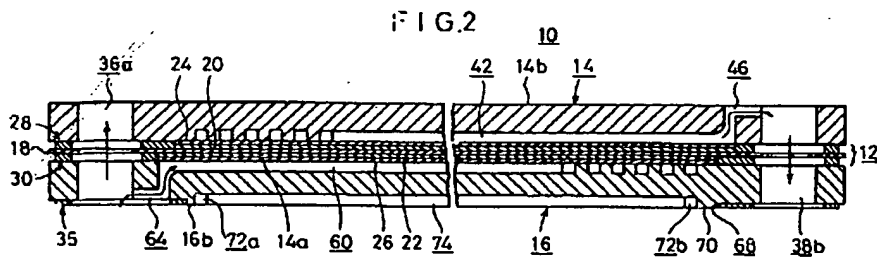
【図1】



【図7】

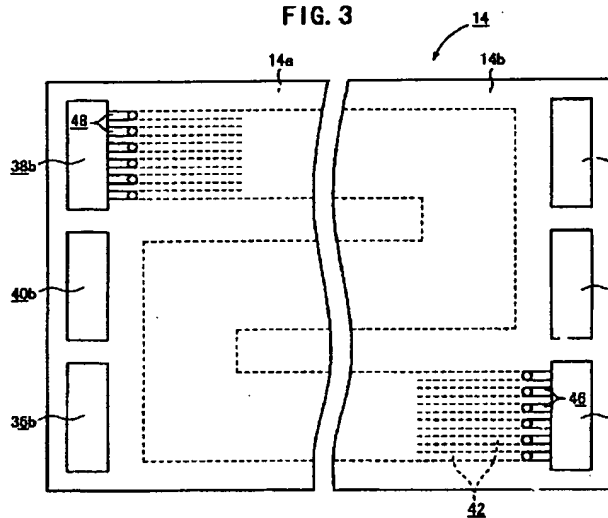


【図2】



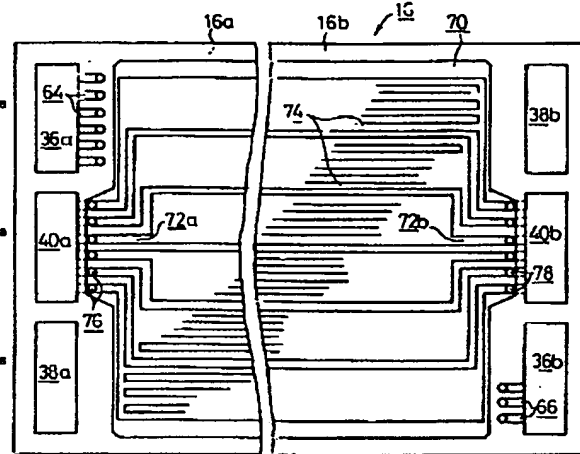
【図3】

FIG. 3



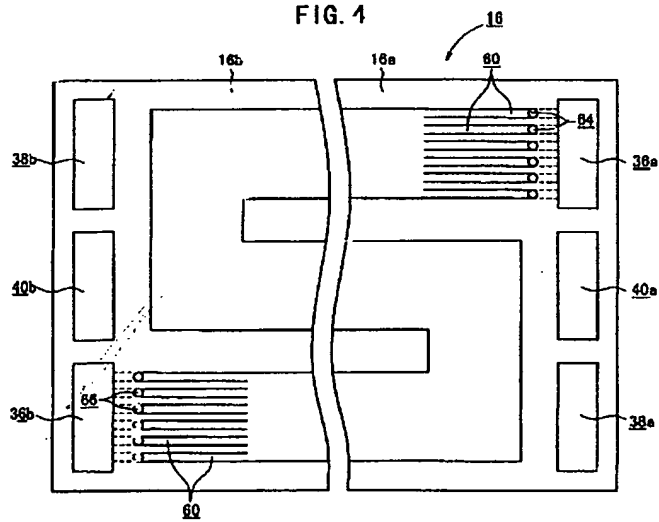
【図5】

FIG. 5



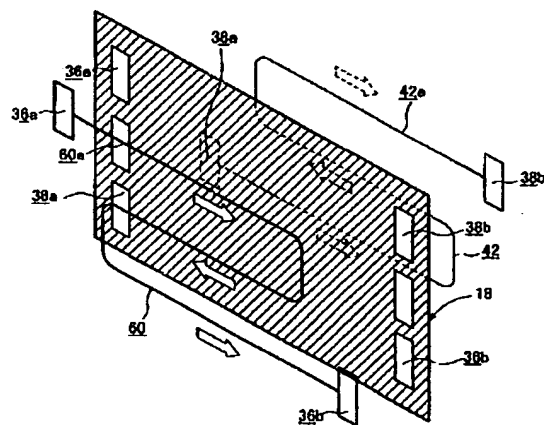
【図4】

FIG. 4

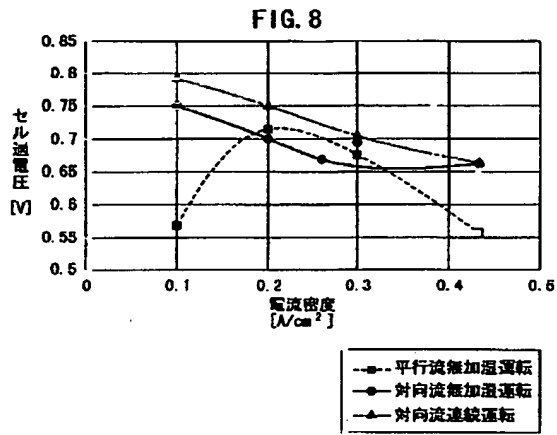


【図6】

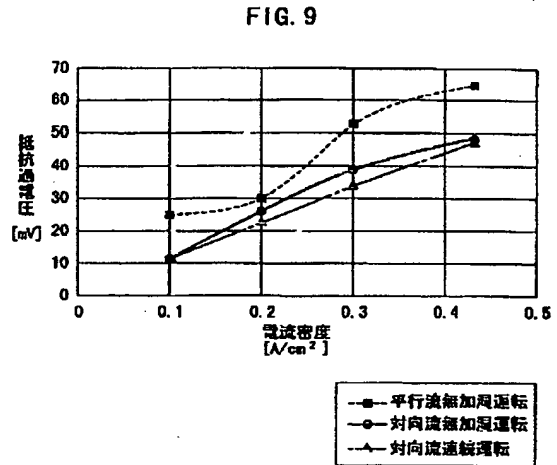
FIG. 6



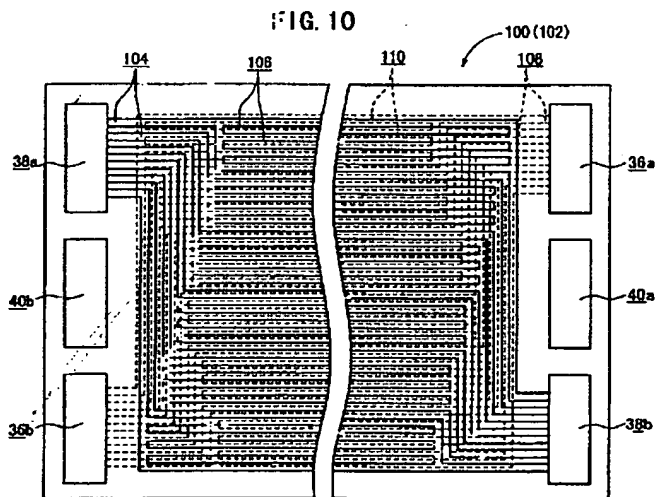
【図8】



【図9】

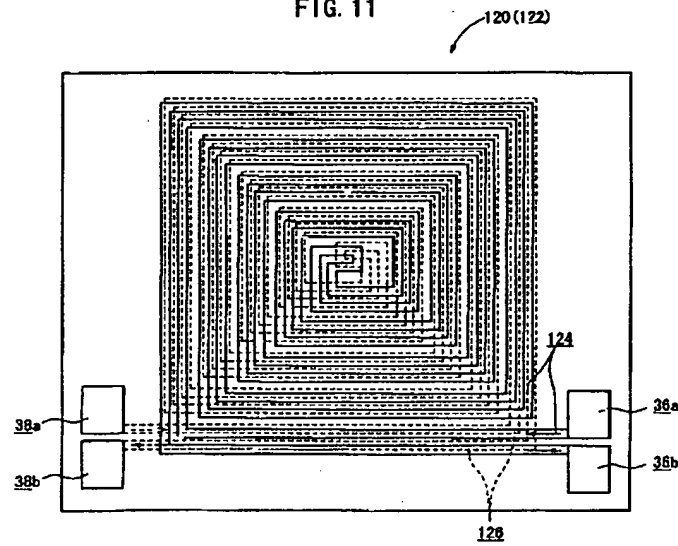


【図10】



【図11】

FIG. 11



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01M 8/10

識別記号

F I  
H01M 8/10

(参考)

(72) 発明者 加藤 英男  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08 CX05 HH00  
HH03 HH10  
5H027 AA06 CC06 MM03 MM08